

## A talaj agyagos részének szerepe a szikesedésben

DARAB KATALIN

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A szikes talajok képződésének jellemző talajkémiai folyamata a mozgékony nátriumvegyületek felhalmozódása, ezen belül a talaj oldatában a nátriumion koncentrációjának és az adszorpciós komplex felületén a kicserélhető nátriumionok arányának megnövekedése. E talajok oldatának összes sókoncentrációja széles tartományban változik. Néha az ionkoncentráció 10-30 me/l körül van, más esetekben viszont elérheti vagy meghaladhatja a 300-500 me/l értékét is /DARAB és FERENCZ, 1969/. A talajoldat sókoncentrációjának növekedésével változik az elektrolit-összetétel, megnő a vízben közepesen és jól oldódó sók aránya. Az oldat koncentrációjának és ionösszetételének változása megváltoztatja annak fiziológiai és fiziko-kémiai hatását a növényre illetve a talajra /SZABOLCS, 1989; SZABOLCS és DARAB, 1979/:

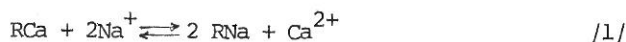
1. Az ionkoncentráció növekedésével nő a talaj oldatának ozmózisnyomása, csökken az oldattal érintkező gyökér vízfelvétele.
2. Az elektrolitok arányának eltolódása a vízben jobban és jól oldódó sók javára megváltoztatja a növények által felvett ionok arányát. Közismert, például, hogy szikes talajokon nőtt, vagy termelt növények nátriumtartalma, a nátrium és kálium aránya nagyobb, mint ami nem szikes talajok esetében megfigyelhető.
3. A sófelhalmozódás során egyes vízben jól oldódó sók a talaj oldatában toxikus koncentrációban jelennek meg. Ilyen lehet például a borátok káros koncentrációban való megjelenése.
4. A sókoncentráció, valamint a nátriumionok részarányának növekedésével a talajoldatban az oldat és a felület közötti ioncsere-egyensúly a nátriumionok megkötődésének irányába tolódik el. A kicserélhető kationok összetétele a nátriumion részarányának javára változik. A talaj kicserélhető nátrium százalékának növekedésével nő az agyagfrakció diszperzitása, duzzadákonysága. Ezzel együtt csökken a talajnedvesség mozgékony-sága. Ez a jelenség, amit a szikesedés fizikai formájának tekintünk, akkor jelenik meg, ha a talaj mérhető agyagtartalommal bír és az viszonylag híg sókoncentrációjú, de közepes vagy nagy nátrium adszorpciós arányú talajoldattal érintkezik.

A talaj szikesedésének jellegét és mértékét annak összes sótartalma, a talaj telítési vagy vizes kivonatában a nátriumionok relatív mennyisége és a kicserélhető nátriumionok aránya, egyenérték százaléka együttesen jel-

lemzi. Ezek a mutatók képezik a szikes talajok diagnosztikai módszereinek alapvető elemeit.

Mezőtúr határában, a Berettyó medrére merőlegesen, a folyótól távolodva különböző terepszint magasságban felvett hét szikes talajszelvény vizsgálati adatait tüntettük fel az 1. táblázatban. A mozgékony nátrium 1,4 m mélységig mért mennyiségének súlyozott átlaga, a sófelhalmozódás maximumának helye a talajszelvényben, valamint az ebből a mélységből vett minták telítési kivonatának összes sókoncentrációja és nátrium adszorpciós aránya együttesen arra mutat, hogy a vizsgált talajok mindegyike szikes talaj volt. Ennek megfelelően, a legkevésbé szikes talajnál is a telítési kivonat sókoncentrációja 14,2 me/l, nátrium adszorpciós aránya 7,6, a talaj kicserélhető nátrium százaléka 8,2 egyenérték százalék volt. Eltérő volt a talajok kilúgozottságának mértéke. Az adatok jól mutatják, hogy a folyótól távolodva, a drénhatás csökkenésével csökken a talaj kilúgozottsága. A legtávolabbi vizsgált szelvénynél, a folyótól mintegy 600 m-re, a meder leszívó hatása megszűnik. Ennek megfelelően a sófelhalmozódás maximumát 20-40 cm között mérjük. Itt a telítési talajkivonat összes sókoncentrációja 307 me/l, nátrium adszorpciós aránya 48,7, a talaj kicserélhető nátrium százaléka 43,6 egyenérték százalék volt. Figyelemre méltó volt az a megfigyelésünk, hogy a talaj kilúgozottságától függően változott a kicserélhető és oldható nátriumionok mennyiségének aránya. Ez az arány a legerősebben szikes talajban volt a legkisebb, és a talaj kilúgozottságának növekedésével jellemzően eltolódott a kicserélhető nátriumionok javára.

A kationkicserélődés fiziko-kémiai szempontból úgy tekinthető, mint a talaj szilárd és folyadékfázisának elektromos töltéssel bíró részecskéi közötti heterogén reverzibilis reakció. A fázisok közötti egyensúly esetén az adszorbens és oldat közötti ionmegoszlás a kicserélődési reakció állandójával jellemezhető. Az egyenlet  $\text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+$  ionsere esetén:



$$\frac{(\text{RNa})^2}{(\text{RCa})} = K_{\text{Ca}}^{\text{Na}} \frac{(\text{Na}^+)^2}{(\text{Ca}^{2+})} \quad /2/$$

ahol:  $(\text{RNa})$  és  $(\text{RCa})$  = a kicserélhető ionok aktivitása;  
 $(\text{Na}^+)$  és  $(\text{Ca}^{2+})$  = az oldatban lévő ionok aktivitása;  
 $K_{\text{Ca}}^{\text{Na}}$  = az ionkicserélődés állandója.

A /2/ egyenletből világos, hogy a kicserélhető kationok aktivitásának aránya függ az azonos ionok aktivitásának arányától az oldatban.

A talaj folyadékfázisát olyan keverék elektrolitoldatnak tekinthetjük, amelynek ionerőssége és -összetétele széles skálán változik. Ilyen oldatokban az oldott részecskék közötti kölcsönhatás eredményeként az ionok speciális eloszlása alakul ki és az ionok aktivitása a töltött részecskék közötti specifikus /ionpároképződés/ és nem specifikus /Debye-Hückel/ kölcsönhatások figyelembe vételével jó közelítéssel számítható /DARAB, 1981, 1985/.

A kicserélhető kationok aktivitásának kifejezésére több megközelítés ismert. VANSELOW /1932/ feltételezte, hogy az adszorbens szilárd oldatok ideális elegyeként viselkedik és a kicserélhető kationok aktivitása mol frakciójukkal kifejezhető. THOMAS /1965/ a kicserélhető kationok aktivitását egyenérték törvényekkel jellemezte. LAUDELOUT és VAN BLADEL /1965/ standard állapotban, az adszorbens-elektrolit rendszer monoionos formáját választotta híg szuszpenzióban nagyhígítású folyadékfázisban.

GAPON /1933/ a hidratált ionok olyan eloszlását tételezte fel, amelyben azok koncentrációik arányában keverednek. Később a GAPONÉVAL azonos formájú

összefüggéshez jutottak azok a megközelítések, amelyek az ioneloszlás elektrosztatikai modelljéből indultak ki /BABCOCK, 1963/. A fentieknek megfelelően a /2/ egyenlet két formában írható fel:

$$\frac{M_{Na}^2}{M_{Ca}} = K_{Ca}^{Na} \frac{a_{Na}^2}{a_{Ca}} \quad /3/$$

$$\frac{R_{Na}}{R_{Ca}} = K_{Ca}^{Na} \frac{a_{Na}}{a_{Ca}} \quad /4/$$

ahol:  $M_{Na}$  és  $M_{Ca}$  = a kicserélhető kationok mol törtje;

$R_{Na}$  és  $R_{Ca}$  = a kicserélhető kationok mennyisége, me/100 g

$a_{Na}$  és  $a_{Ca}$  = az oldat kationjainak aktivitása, mol/liter.

A két összefüggés esetében a kicserélődés állandója  $\frac{\text{liter}}{\text{mol}}$  ill.  $\left(\frac{\text{liter}}{\text{mol}}\right)^{\frac{1}{2}}$  dimenzióval bír. A két állandó viszonya formailag a következő összefüggéssel adható meg:

$$\frac{\sqrt{K_w}}{K_g} = 2 \sqrt{\frac{(T-R_{Na})}{(T+R_{Na})}} \quad /5/$$

ahol:  $K_w$  és  $K_g$  = a termodinamikai, illetve elektrosztatikai összefüggések állandója;

$T$  = a talaj kationadszorpciós kapacitása, me/100 g.

A talaj kation adszorpciós kapacitása függ az agyagfrakció mennyiségétől és mikroásványtani összetételétől. A kicserélhető nátrium mennyisége azonos talaj esetében változhat a szikesedés mértékétől függően. A négy összefüggésből következik, hogy a termodinamikai és elektrosztatikai összefüggések állandóinak értékei, vagy legalább ezek egyikének értéke függ a talaj mikroásványainak mennyiségétől, milyenségétől és a talaj nátrium-telítettségétől. A mezőtúri szelvények vizsgálati adataiból számított kicserélődési állandó értékek /2. táblázat/ mind az elektrosztatikai modell, mind a termodinamikai összefüggéssel számítva változnak. Az elektrosztatikai modell esetében a kicserélhető nátrium arány és a nátrium adszorpciós arány közötti összefüggés az alábbi egyenlettel írható fel:

$$\frac{R_{Na}}{R - R_{Na}} = -0,072 + 0,0154 \cdot \sqrt{\frac{[Na^+]}{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}} \quad /6/$$

ahol:  $[ ]$  = ionkoncentráció, me/l.

A korrelációs koefficiens értéke: 0,842, ami jó közelítésnek mondható. Az SAR értéket mol/l dimenzióban megadva, a kicserélődési állandót megadó iránytangens értéke 0,484.

A termodinamikai modell esetén az ionkoncentrációk és a kicserélhető kationok móltört értéke közötti összefüggés:

$$\frac{M_{Na}^2}{M_{(Ca+Mg)}} = -0,0241 + 0,361 \frac{(C_{Na^+})}{(C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}})} \quad /7/$$

## 1. táblázat

A mozgékony nátrium súlyozott átlaga különböző mértékben kilúgzott szolonyec talajokban

Talajtípus	Tenger- szint feletti magas- ság, m	Távolság a folyó- meder- től, m	A só- maximum mélysége, cm	Telítési kivonat maximális sókoncent- rációja, me/l	Na-ad- szor- p- ciós arány	Mozgékony		Old- ható	Kicsérél- hető Na <sup>+</sup> /old- ható Na	Kicsérél- hető Na %
						Na,	me/100 g			
						súlyozott átlag				
Szolonyec réti talaj	83,5	100	80-120	54,0	12,3	5,1	3,5	1,6	2,2	7,9
Közepes szolo- nyec talaj	83,6	150	20-60	46,0	17,8	6,2	4,8	1,4	3,4	12,2
Közepes szolo- nyec talaj	84,5	250	40-60	14,2	7,6	4,0	2,9	1,1	2,7	8,2
Kérges szolo- nyec talaj	84,5	290	10-25	65,0	12,0	6,5	5,1	1,4	3,6	17,6
Közepes szolo- nyec talaj	84,5	310	60-85	92,1	14,1	6,1	3,9	2,2	1,8	12,0
Kérges szolo- nyec talaj	86,2	550	40-60	103,0	33,0	10,3	3,5	6,8	0,5	17,1
Kérges szolo- nyec talaj	84,6	600	20-40	307,0	48,7	21,5	9,5	12,0	0,8	43,6

2. táblázat  
Nátrium-kalcium ioncsere állandói különböző mértékben kilúgzott szolonyec talajok adataiból számítva

Talajtípus	Telítési kivonat sókoncent- rációja, me/l	Nátrium adszorp- ciós arány	Kicserélhető Na		K <sub>g</sub>	K <sub>w</sub>
			%	moltört		
Szolonyeces réti talaj	54,0	12,3	7,9	0,1464	0,221	0,166
Közepes szolo- nyec talaj	14,2	7,6	8,2	0,1514	0,391	0,114
Közepes szolo- nyec talaj	92,1	14,1	12,0	0,2143	0,306	0,131
Közepes szolo- nyec talaj	46,0	17,8	12,2	0,2177	0,247	0,191
Kérges szolo- nyec talaj	103,0	33,0	17,1	0,2917	0,198	0,028
Kérges szolo- nyec talaj	65,0	11,2	17,6	0,2991	0,603	0,306
Kérges szolo- nyec talaj	307,0	48,7	43,6	0,6070	0,502	0,100

3. táblázat  
A kicserélhető nátrium mennyisége bentonit- NaCl+CaCl<sub>2</sub> -oldat rendszerekben  
/DARAB és RÉDLYNÉ, 1967/ /bentonit-oldat arány 1:100/

I	[Na <sup>+</sup> ]	[Ca <sup>2+</sup> ]	[Na <sup>+</sup> ]	[Na <sup>+</sup> ] <sup>2</sup>	SAR	Kicserél- hető Na <sup>+</sup> , me/100 g	(Kics. Na) T	<sup>2</sup> a <sub>Na</sub> a <sub>Ca</sub>
mol/l	mol/l · 10 <sup>3</sup>		[Ca <sup>2+</sup> ]	[Ca <sup>2+</sup> ]			· 100	
5,0 · 10 <sup>-3</sup>	4,6	0,14	32,6	0,15	12,3	16,03	16,7	0,177
7,5 · 10 <sup>-3</sup>	7,1	0,23	31,2	0,22	14,8	23,00	23,9	0,269
1,0 · 10 <sup>-2</sup>	9,2	0,28	32,9	0,30	17,4	23,20	29,4	0,379
2,5 · 10 <sup>-2</sup>	21,9	0,71	31,0	0,68	26,0	38,07	39,7	0,982
5,0 · 10 <sup>-2</sup>	41,3	1,52	27,3	1,12	33,5	50,85	53,0	1,824
5,0 · 10 <sup>-3</sup>	4,31	0,18	24,7	0,10	10,2	12,0	12,5	0,118
7,5 · 10 <sup>-3</sup>	7,04	0,26	26,9	0,19	13,8	15,2	15,8	0,232
1,0 · 10 <sup>-2</sup>	9,09	0,35	25,7	0,24	15,4	16,5	17,1	0,308
2,5 · 10 <sup>-2</sup>	21,90	1,06	20,7	0,45	21,3	25,2	26,2	0,650

A korrelációs koefficiens értéke: 0, 937.

Mind a két esetben igen nagyok a szórás értékek.

A kicserélődési állandó értékét több tényező befolyásolhatja. Ezeknek a tényezőknek a szétválasztására egyensúlyi rendszerekkel végzett vizsgálatok adatai alkalmasak. Ilyen egyensúlyi rendszerek adatait tünteti fel a 3. táblázat. A vizsgálatokat bentonit-NaCl-oldat rendszerekben végeztük. Azonos sorozaton belül az egyensúlyi oldat összes ionerőssége változott és a  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  ionok koncentrációinak aránya közel állandó volt. A vizsgálatokat két  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  ionkoncentráció aránynál végeztük el /3. táblázat/. A kalcium-nátrium ioncserénél a kicserélődési reakcióban résztvevő ionok eltérő vegyértékűek. Nem szimmetrikus ioncsere esetén a szabad elektrolitoldat koncentrációjának növekedésével azonos kationkoncentráció arány esetében is a vegyértékhatásnak megfelelően nő a kicserélhető nátriumionok mennyisége. Az általunk vizsgált rendszerekben például, ha a nátrium-kalcium ionok koncentrációja közelítőleg harmincszor volt nagyobb, mint a kalciumionok koncentrációja, az elektrolitoldat összes ionkoncentrációjának tízszeres növekedésével a kicserélhető nátrium egyenérték százaléka 16,7-ről, több mint háromszorosára, 53 %-ra nőtt. A növekedés azonban kisebb, mint a kationkoncentrációk megfelelő hatványon vett arányának növekedése az oldatban. Még szembevetőbb ez az eltérés, ha koncentrációk helyett az ionok aktivitásával számolunk. Az adatok arra utalnak, hogy az adszorbens szelektivitása változik az oldat ionerősségének és az adszorbens nátrium telítettségének függvényében. Számításaink azt mutatják /4. táblázat/, hogy az adszorbens azonos nátrium-telítettsége mellett az oldat ionerősségének növekedésével csökken mind a termodinamikai, mind az elektrosztatikai egyenlet alapján számított, kicserélődési állandó értéke.

Igy, esetünkben kb. 16 kicserélhető nátrium százalék esetén a Vanselow-féle kicserélődési állandó értéke 0,765, akkor ha az oldat összes ionkoncentrációja  $5 \cdot 10^{-3}$  mol/l és az oldat koncentrációjának növekedésekor 0,504-re csökkent. Nőtt viszont a "kicserélődési állandó" értéke az oldat állandó ionerőssége esetén az adszorbens nátriumion telítettségének növekedésével. A "kicserélődési állandó" koncentráció és nátriumion-telítettség függése akkor is megmarad, ha a /3/ és /4/ egyenletekbe az oldat nátrium- és kalciumion aktivitásainak arányát vesszük be.

#### 4. táblázat

Az ioncsere szelektivitási együtthatója a Vanselow és Gapon egyenletekből számítva bentonit -  $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$  -oldat rendszerekben /bentonit-oldat arány 1:100/

Ionerősség	$\frac{[\text{Na}^+]}{[\text{Ca}^{2+}]}$	Kicserélhető $\text{Na}^+$ , me/100 g	$[\text{K}_w]_c$	$[\text{K}_g]_c$	$[\text{K}_w]_a$	$[\text{K}_g]_a$
$5,0 \cdot 10^{-3}$	32,6	16,03	0,765	0,518	0,649	0,477
	24,7	12,00	0,637	0,452	0,537	0,416
	18,9	7,70	0,324	0,308	0,290	0,284
$7,5 \cdot 10^{-3}$	31,2	23,00	1,112	0,672	0,906	0,608
	26,9	15,20	0,538	0,430	0,440	0,389
	18,9	9,80	0,336	0,320	0,274	0,290
$1,0 \cdot 10^{-2}$	32,9	28,20	1,259	0,759	0,998	0,676
	25,7	16,45	0,504	0,422	0,400	0,376
	16,4	11,82	0,473	0,384	0,375	0,342

A "kicserélődési állandó" értékének ilyen jellegű változása jelenti, hogy sem a moltört értékek a Vanselow egyenletben, sem a kicserélhető kationok aránya a Gapon egyenletben nem fejezi ki teljes mértékben a kicserélhető kationok aktivitásainak értékét az adszorbens felületén. Minél tágabb az oldat:adszorbens arány, a rendszer viselkedése annál inkább közelít az ideális rendszerek viselkedéséhez. Bentonit-NaCl+CaCl<sub>2</sub>-oldat rendszerekben a szuszpenzió négyszeres hígulásával az ionerősségét és a Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>-ionok arányát állandónak tartva, a bentonit kicserélhető nátrium százaléka kétszeresére nőtt /5. táblázat/. Természetesen, miután az oldat összetétele mind a négy esetben azonos volt a kicserélhető nátrium százalék növekedésével, nőtt a kicserélhető kationok aktivitásának arányának változását tükröző szelektivitási együttható értéke is. Ez összhangban van azzal a megfigyeléssel, hogy a talaj azonos kicserélhető nátrium százaléka mellett a talaj folyadékfázisában kisebb a Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>-ionkoncentrációk aránya a könnyebb mechanikai összetételű talajokban, mint azokban, amelyeknek finom diszperz frakciója több.

Összehasonlítva a talajokban leggyakrabban előforduló két agyagásvány - a montmorillonit és illit - felületi tulajdonságait jellemző felületi töltés, fajlagos felület és felületi töltéssűrűség értékeit /6. táblázat/, azon-

5. táblázat

A kicserélhető Na<sup>+</sup> mennyiségének változása az adszorbens oldat arány változásával

I mol/l	$\frac{[Na^+]}{[Ca^{2+}]}$	Ben- tonit: oldat	Kicse- rélhető Na <sup>+</sup> , me/100 g	$\frac{\text{Kics. Na}}{T} \cdot 100$	$[K_w]_c$	$[K_w]_a$	$[K_g]_c$	$[K_g]_a$
1·10 <sup>-2</sup>	25,5	1:50	14,4	15,0	0,423	0,359	0,379	0,322
		1:75	18,1	18,8	0,678	0,490	0,499	0,424
		1:100	19,4	20,2	0,783	0,566	0,551	0,468
		1:200	29,1	30,3	1,106	0,799	0,719	0,611

6. táblázat

A talaj jellemző agyagásványainak felületi tulajdonságai  
/DARAB és FERENCZ, 1969/

Agyagásvány	Szemcse- átmérő, μ	Kation- kicserélő kapacitás, me/100 g	Fajlagos felület, m <sup>2</sup> /g	Felületi töltés- sűrűség, me/m <sup>2</sup>
Kaolinit	> 0,5	4,0	16	2,5·10 <sup>-3</sup>
	> 0,5	4,6	29	1,6·10 <sup>-3</sup>
Montmorillonit	0,08-0,2	68-103	661-915	0,74·10 <sup>-3</sup> -1,55·10 <sup>-3</sup>
	< 0,08	89-120	882-1150	0,77·10 <sup>-3</sup> -1,36·10 <sup>-3</sup>
Illit	1-2,4	24,9	96	2,6·10 <sup>-3</sup>
	< 1,1	26,9	105	2,56·10 <sup>-3</sup>

nal szembetűnik, hogy a montmorillonit fajlagos felülete nyolc-tizenegyszerese, kationkicserélő kapacitása három-négyszerese az illitre jellemző értékeknek. Ennek megfelelően az illit felületi töltéssűrűsége két és félszerese a montmorillonit felületi töltéssűrűségének. Azonos agyagásvány-oldat rendszerekben /7. táblázat/ a kicserélhető nátriumionok abszolút mennyisége mindig kisebb az illites és nagyobb a montmorillonitos egyensúlyi rendsze-

7. táblázat

Az adszorbens nátrium-telítettségére 0,01 mol/l NaCl+CaCl<sub>2</sub>-oldat-agyagásvány rendszerekben növekvő Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> koncentrációs arányoknál /agyagásvány-oldat arány 1:100/

Agyagásvány	Oldat Na <sup>+</sup> /Ca <sup>2+</sup> aránya	Kicserél- hető Na <sup>+</sup> , me/100 g	$\frac{\text{Kics. Na}}{T} \cdot 100$
Bentonit	1,2	3,1	3,22
	2,2	7,5	7,81
	4,6	8,4	8,75
	10,0	9,5	9,90
	21,5	16,0	16,70
	56,1	17,9	18,60
Illit	1,2	1,7	5,70
	2,2	1,9	6,33
	4,6	3,6	12,00
	10,0	5,8	19,30
	21,5	7,6	25,30
	56,1	10,8	36,00

rekben. A felületi töltéssűrűségek különbözősége miatt azonban az illit nátrium-telítettségére egyébként azonos feltételek mellett mindig felülmúlja a montmorillonit nátrium-telítettségét, ennek megfelelően az illit nátrium-ionra vonatkoztatott szelektivitása is nagyobb, mint a montmorillonité.

A talaj-talajoldat rendszerben a kalcium-nátrium ioncsere egyensúlya függ:

- az oldat összetételétől és összes ionerősségétől;
- a talaj nátrium-telítettségétől;
- az agyagfrakció mennyiségétől;
- az agyagfrakció ásványi összetételétől.

Abban az esetben, ha a talajban a sók felhalmozódása a meghatározó folyamat, az oldat összes sókoncentrációjának és a vízben jól oldódó nátrium-sók részarányának növekedése a kationkicserélődési egyensúlyt a nátrium-ionok megkötődésének irányába tolja el. Kilúgzáskor éppen ellenkezőleg, az oldat koncentrációjának és a nátrium/kalcium ionkoncentrációk arányának csökkenése a kicserélhető nátriumionok oldatba menetelét segíti elő. A kicserélhető nátrium mennyisége azonban nem csökken a kilúgzás mértékével arányosan, mivel az oldat hígulásával a talaj szilárd fázisának szelektivitási koefficiense a nátriumionra vonatkoztatva megnő.

Az adszorbens szelektivitása a nátriumra, függ az oldat:agyagfrakció arányától és az arány növekedésével a kicserélődési egyensúlyt jellemző szelektivitási koefficiens nő.



Az illites talajok azonos koncentrációjú és összetételű oldatokból abszolút értékben kevesebb nátriumiont kötnek meg, mint azok, amelyekben a montmorillonit az uralkodó agyagásvány. Az eltérő felületi töltéssűrűség miatt azonban az illites talaj kicserélhető nátrium százaléka nagyobb lesz, mint a montmorillonitos talajé. A szikesedési folyamatok előrejelzésénél, a talajjavítási intézkedések tervezésénél, az öntözővizeket jellemző szikesedési mutatók határértékeinek meghatározásánál ezért figyelembe kell venni mind a talaj finom frakciójának mennyiségét, mind annak jellemző mikroásványtani összetételét. A szikesedési és sziktelenedési folyamatok előrejelzésénél pedig célszerű adott talaj-oldat rendszerre jellemző szelektivitási együtthatóval számolni.

## Irodalom

- BABCOCK, K. L., 1963. Theory of the chemical properties of soil colloidal systems at equilibrium. *Hilgardia*. 34. /11/ 417-542.
- DARAB, K., 1981. The role of sodium compounds in the formation and properties of salt affected soils. *Agrokémia és Talajtan*. 30. Suppl. 105-120.
- DARAB, K., 1985. Ion exchange in the formation and amelioration of salt-affected soils. *Proc. ISRSS*. Vol. I. 309-330. Jinan-China.
- DARAB K. és FERENCZ K., 1969. Az öntözött területek talajterképezése. OMMI. Budapest.
- DARAB K. és RÉDLYI L-NÉ, 1967. Kalcium-nátrium ion kicserélődési adszorpciójának vizsgálata, különös tekintettel a szikes talajok tulajdonságaira. I. Vizsgálatok bentonit-nátriumklorid oldat és bentonit-nátriumsulfát oldat egyensúlyi rendszerekben. *Agrokémia és Talajtan*. 16. 575-594.
- GAPON, E. N., 1933. On the theory of exchange adsorption in soils. *USSR J. Gen. Chem*. 3. 144.
- LANDELOUT, H. and VAN BLADEL, R., 1965. Interpretation of thermodynamic and thermodynamical measurements of ion exchange in clays. *International Atomic Energy Agency. Technical Reports Ser. No. 65*. 8-18. Vienna.
- SZABOLCS, I., 1989. Salt-affected soils. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- SZABOLCS, I. and DARAB, K., 1979. Irrigation water quality and problems of soil salinity. *Water and Fertilizer Use for Food Production in Arid and Semi-Arid Zones*. 51-69. Garyounis University, Benghazi.
- THOMAS, H. C., 1964. Toward a connection between ionic equilibrium and ionic migration in clay. In: *Plant nutrient supply and movement*. *International Atomic Energy Agency Technical Reports Ser. No. 48*. 4-19. Vienna.
- VANSELOW, A. P., 1932. Equilibria of the base exchange reaction of bentonites, permuties, soil colloids and zeolites. *Soil Sci*. 33. 95-113.

*Árkezett: 1991. március 5.*